MOTOR DE CD

Heber Hernández Jasso

Laboratorio de Ingeniería Eléctrica, Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo

Morelia Michoacán, México

1901676a@umich.mx

CONFIGURACIONES DEL MOTOR DE CD

l. INTRODUCCIÓN:

El modo de funcionamiento más característico de las máquinas de c.c. lo constituye su empleo como motor. Las principales ventajas de estos motores es su alto grado de flexibilidad para el control de la velocidad y del par, lo cual lo hace muy práctico en diversas aplicaciones: bombas, ventiladores, malacates, carros, marcha, trenes eléctricos, etc. La característica de par o momento de torsión del motor debe estar bien adaptada al tipo de carga que se desea impulsar, y este requerimiento da lugar a tres tipos básicos de motores:

1. Motores en derivación (Shunt)
2. Motores en serie
3. Motores compuestos

Por otro lado, el empleo de la máquina de c.c, como generador o dinamo está prácticamente obsoleto debido a que la c,a, presenta más ventajas para la generación, transporte y distribución de la energía eléctrica que la c.c. debido a la sencillez y economía que supone el uso de transformadores para convertir las tensiones de un potencial a otro.

La misma máquina de c.c. puede operar físicamente como motor o como generador; sólo es cuestión de la dirección del flujo de potencia que circule a través de ella. En la figura 1 se muestran características de velocidad-par de estado estable típicas del motor de cd, en la cual se supone que las terminales del motor son alimentadas por una fuente de voltaje constante.

Las ventajas de aplicación de las máquinas de cd radican en la variedad de características de desempeño ofrecidas por las distintas posibilidades de excitación en derivación, en serie y compuesta.

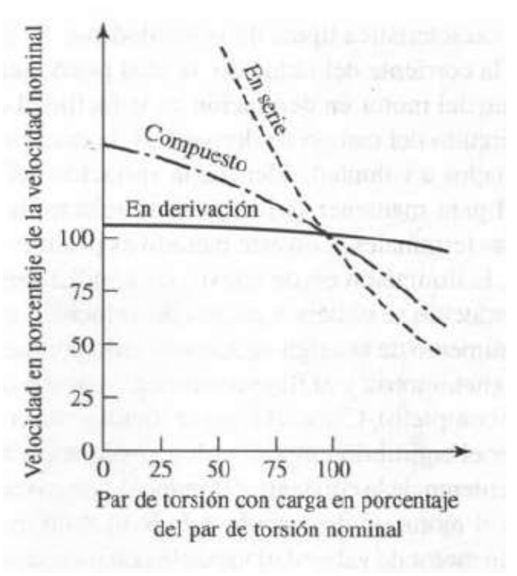


Figura 1. Características velocidad-par de torsión de motores de cd.

11. DESARROLLO:

1.0 Motor cd serie

El motor de cd en serie proporciona más par por ampere que cualquier otro motor de cd, debido a que el flujo en esta máquina es directamente proporcional a la corriente del inducido (rotor), por lo menos antes de llegar al punto de saturación. Conforme se incrementa la carga en el motor, también se incrementa su flujo y un incremento de flujo en el motor causa una disminución de la velocidad. El resultado es que el motor en serie tiene una característica par-velocidad con una caída muy pronunciada. Por lo tanto, solo se utiliza en aplicaciones que requieren pares muy grandes.

Por ejemplo, los motores de arranque de coches (marcha), elevadores, malacates, tracción eléctrica: trenes, tranvías, trolebuses y también en grúas donde son necesarios grandes pares a bajas velocidades y viceversa. Uno de los principales problemas de esta máquina es la capacidad de regular la velocidad.

ADVERTENCIA

Si no hay una carga conectada al motor, este puede girar lo suficientemente rápido como para dañarse. Nunca se debe descargar por completo un motor en serie, no debe ser arrancado en vacío o con una carga pequeña. y nunca se debe conectar a una carga por medio de una correa o cualquier otro mecanismo que se pudiera romper. Si esto sucediera y el motor se encontrará de pronto operando sin carga y la velocidad puede elevarse a valores peligrosamente altos, por esta razón, nunca se permite que un motor en serie opere sin carga. Tiende a embalarse y las fuerzas centrifugas resultantes podrían arrancar los devanados de la armadura y destruir la máquina.

1.1. Conexión y experimentación

Utilizamos una máquina de c.c. para realizar las pruebas correspondientes como motor, la cual se alimentará con la fuente de cd variable (0-120 V cd). El devanado de campo serie está conectado en serie con el devanado de la armadura, de tal manera que toda la corriente de la fuente pasa por ambos devanados produciendo un potente par de arranque al poner este tipo de configuración en operación. En la figura 1.1 se aprecia el diagrama esquemático de la conexión serie.

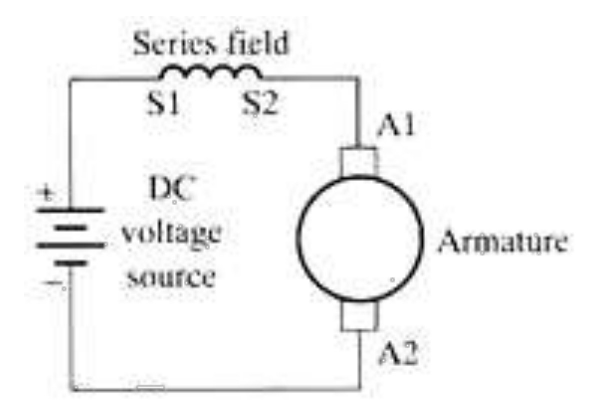


Figura 1.1 Diagrama esquemático de un motor cd serie

Con ayuda del electrodinamómetro del laboratorio aplicaremos carga mecánica al motor mediante un acople mecánico por medio de una banda, para obtener su curva par-velocidad que nos proporcionara información suficiente para poder determinar en qué estado se encuentra la máquina y con ayuda de los instrumentos de medición podremos monitorear cómo se comportan las variables de corriente y velocidad, tras el aumento y disminución de la carga mecánica en el eje del motor.

MOTOR CD SERIE		
Carga (Lb-in)	I_{cd} (A)	Velocidad (RPM)
0	1.64	2800
3	2.03	1715
6	2.34	1550
9	2.75	1400
12	3.27	1200

Figura 1.2. Parámetros medidos del motor cd serie en operación bajo carga

En la figura 1.2. se pueden apreciar los parámetros obtenidos del motor cd serie bajo prueba, tales datos servirán para poder graficar la curva par-velocidad como se puede apreciar en la figura 1.3.

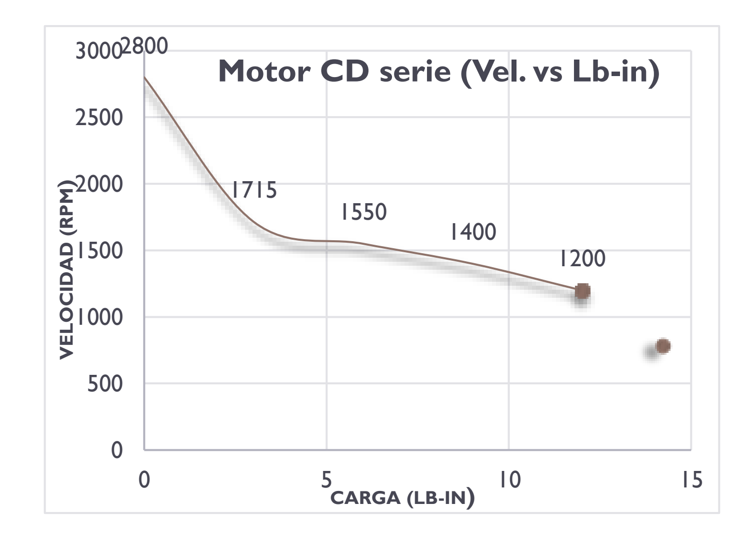


Figura 1.3. Curva par-velocidad de un motor de cd serie en operación bajo carga.

1.2. Prueba de conexión y funcionamiento

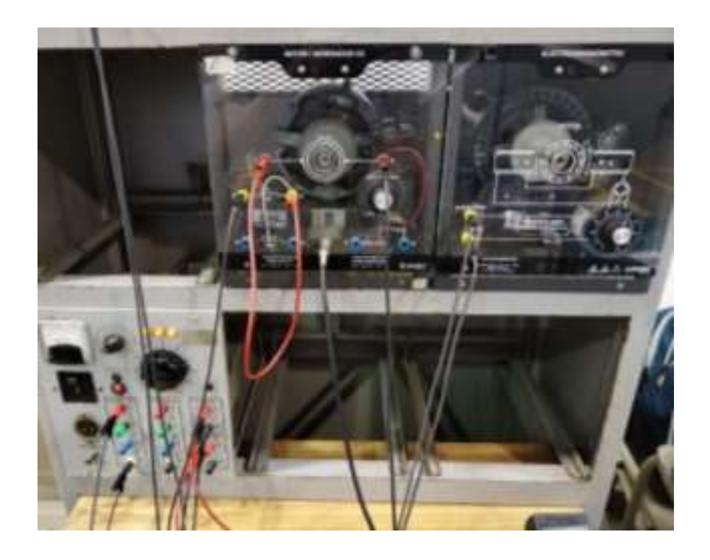


Figura 1.4. Conexión física de la máquina cd serie en la puesta a prueba en el laboratorio de ingeniería eléctrica.

2.0 Motor cd paralelo (Shunt)

En motores de cd en derivación y excitación separada, el flujo de campo se mantiene casi constante. Por consiguiente, si el par se incrementa la corriente del inducido aumenta de manera casi proporcional con una pequeña disminución de la fuerza contraelectromotriz E_a Estas máquinas tienen una característica par-velocidad cuya velocidad cae linealmente conforme se incrementa su par.

Al igual que un motor de inducción de jaula de ardilla, el motor en derivación es en esencia un motor de velocidad constante, cuya velocidad se reduce en motores pequeños del 10 al 15% (En nuestro caso fue del 21% debido al desgaste y uso de las máquinas del laboratorio) en situaciones que van desde vacío a plena carga y prácticamente se mantiene con una velocidad constante trabajando en vacío.

Son motores muy estables y de gran precisión, por lo que son muy utilizados en herramientas mecánicas: fresadoras, tornos, taladradoras, etc.

Y solo tiene el inconveniente de que su par de arranque es el más bajo que cualquiera de los otros motores de CD.

2.1. Conexión y experimentación

La conexión shunt de esta máquina se llama asi debido a que el devanado de campo y el devanado del inducido están conectados en paralelo a la misma fuente de voltaje. Haciendo que la corriente se derive en dos partes, repartiéndose en los devanados de campo y armadura, siendo este último donde se deriva la mayor parte de la corriente.

Para este caso seguimos utilizando la fuente de voltaje de cd variable (0-120 Vcd) del laboratorio, con la cual iremos incrementado el voltaje de manera gradual (rápido para evitar sobrecorrientes) hasta que haya un voltaje cd de 120V en las terminales de la fuente. Antes de esto, los devanados de la máquina deben estar debidamente conectados en la configuración shunt como se puede observar en la figura 2.

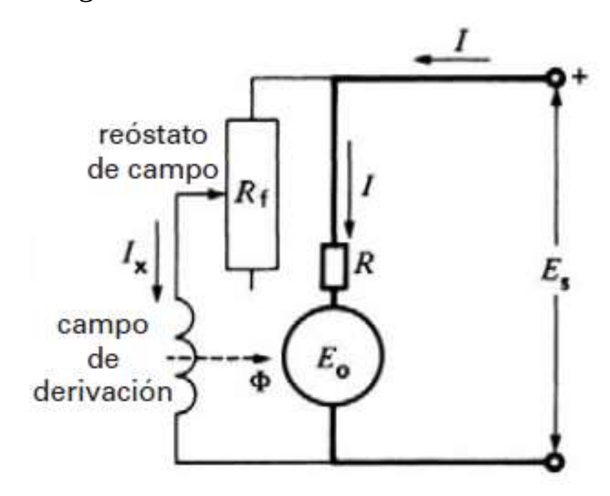


Figura 2. Diagrama esquemático de un motor cd en paralelo incluyendo el reóstato de campo.

El devanado de campo se conecta en serie a un reóstato denominado reóstato de campo, este dispositivo nos ayudara a limitar la corriente que circula por el devanado, con esto podremos variar el flujo en el campo y por consecuencia la velocidad del motor. De esta manera, la velocidad del motor cambia en proporción inversa al flujo ϕ: si incrementa el flujo, la velocidad disminuirá y viceversa.

ADVERTENCIA

En ciertas condiciones anormales, el flujo puede caer a valores peligrosamente bajos. Por ejemplo, si la corriente de excitación de un motor en derivación se interrumpe accidente, el único flujo restante es el provocado por el magnetismo remanente en los polos. Este flujo es tan pequeño que el motor tiene que girar a una velocidad peligrosamente alta para inducir la fcem requerida. Para evitar tales condiciones de embalamiento o aceleración brusca, se introducen dispositivos de seguridad.

Una vez hecha nuestra conexión eléctrica en la máquina de cd de acuerdo a la figura anterior, se acopla mecánicamente al electrodinamómetro mediante una banda para aplicarle par de carga gradualmente al motor, hasta que lleguemos a los valores nominales de dicha máquina. Los parámetros como la corriente de campo (I_F), corriente de armadura (I_A), y voltaje de alimentación (V cd) se monitorean con los instrumentos de medición debidamente conectados a la configuración de la máquina en paralelo. Se toman los datos obtenidos y se tabulan para obtener su curva par-velocidad como se pueden observar en las figuras 2.1 y 2.2.

MOTOR CD SHUNT			
Lb-in	**Ia (A)**	**Ic (A)**	**Velocidad (RPM)**
0	1.64	0.16	1898
3	2.03	0.16	1727
6	2.34	0.16	1632
9	2.75	0.16	1556
12	3.27	0.16	1400

Figura 2.1. Parámetros medidos del motor cd Shunt en operación bajo carga

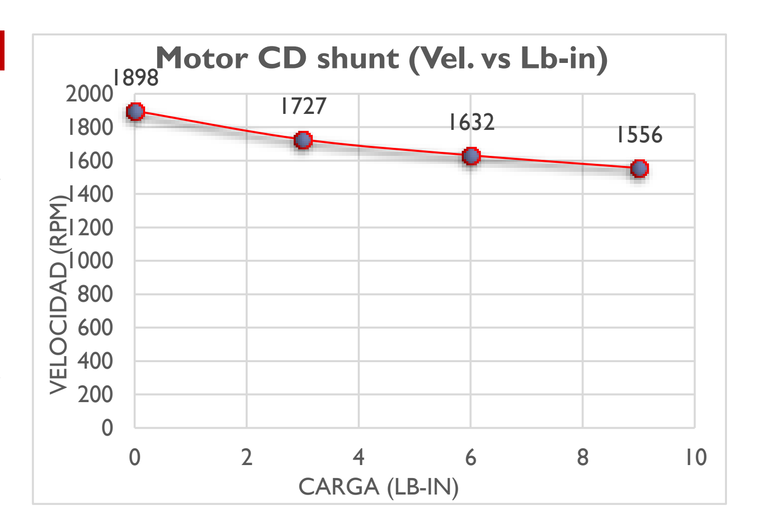


Figura 2.2. Curva par-velocidad de un motor de cd serie en operación bajo carga.

2.2. Prueba de conexión y funcionamiento

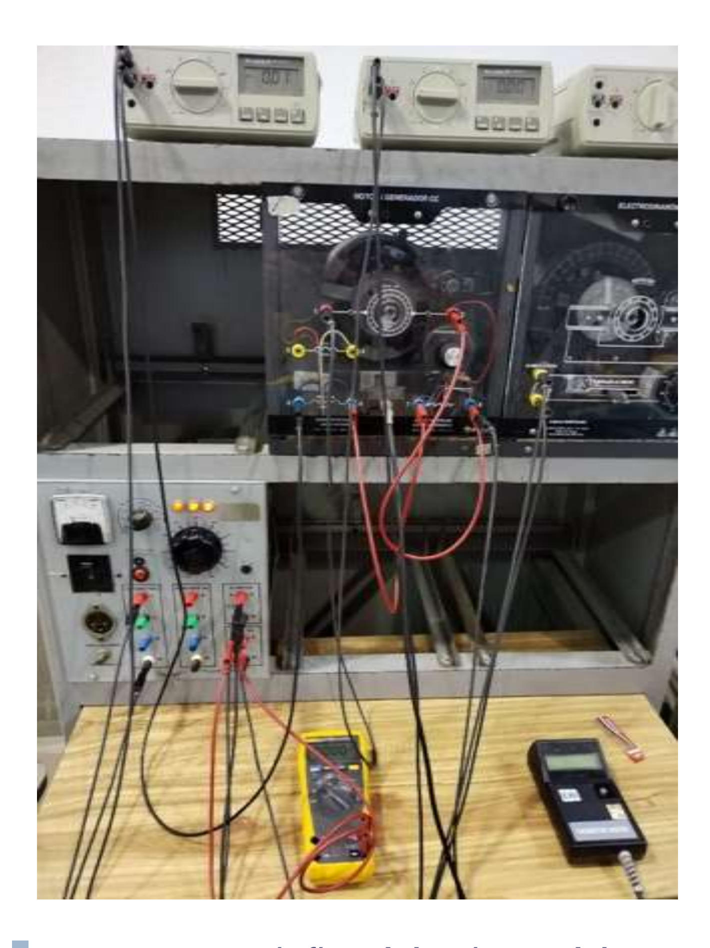


Figura 2.3. Conexión física de la máquina cd shunt en la puesta a prueba en el laboratorio de ingeniería eléctrica.



Figura 2.4. Medición del tacómetro de 1559 rpm a 9 Lb-in de la configuración shunt.

3.0 Motor cd compuesto (largo – corto)

Cuando se instala un campo combinado en serie y en derivación en la misma máquina de cd, se trata de una **conexión compuesta**. El campo serie puede ser acumulado compuesto o diferencial compuesto. En un motor compuesto acumulativo, la fmm de los dos campos se suman.

En este tipo de motor existe un componente del flujo que es constante y otro que es proporcional a la corriente del inducido (y, por lo tanto, a su carga). Esto da lugar a que el motor compuesto acumulativo tiene un par de arranque más alto que un motor en derivación, pero menor que el de un motor en serie.

En cierto sentido, el motor de cd compuesto acumulativo combina las mejores características tanto del motor en derivación como del motor en serie. Al igual que un motor en serie, tiene un par extra para el arranque; al igual que un motor en derivación, no se desboca en vacío.

Normalmente la velocidad de este tipo de motor disminuye con la carga en aumento y la reducción de la velocidad al estar sin carga y pasar a plena carga en general es de 10 a 30 % para este tipo de conexión.

El resultado de la velocidad del motor compuesto acumulado será menor que la del motor en derivación.

ADVERTENCIA

Si conectamos el campo serie de modo que se oponga al campo en derivación, obtenemos un campo compuesto diferencial. En un motor como este, la fmm total disminuye conforme aumenta la carga. La velocidad aumenta a medida que incrementa la carga, y esto puede causar **inestabilidad**. Es por eso que el motor compuesto diferencial tiene muy pocas aplicaciones. Y en este artículo se omitirá la práctica en el laboratorio.

3.1. Conexión y experimentación

Para este tipo de configuración se harán las dos conexiones correspondientes a este tipo de arreglo, compuesta acumulada corta y larga. En la figura 3 se puede observar el diagrama eléctrico de la conexión compuesta corta. En esta conexión se observa que el devanado serie está reforzando la conexión en derivación ya que la misma corriente que circula por el devanado serie es la misma que circula por el devanado del inducido. Aumentando la intensidad del flujo que existe dentro de la máquina.

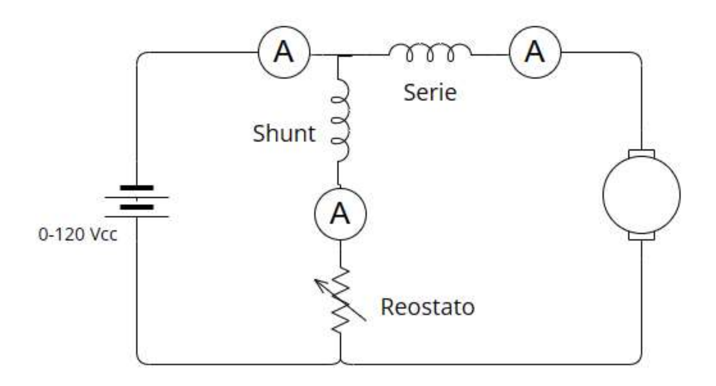


Figura 3. Diagrama eléctrico simple de un motor de cd compuesto (Corta)

La operación es la misma que hemos hecho en las configuraciones anteriores, se conecta a la fuente de alimentación de Vcd variable, aumentamos el voltaje gradualmente hasta 120 V y empezamos a meterle par de carga al motor para poder hacer las tabulaciones y graficaciones correspondientes como se pueden apreciar en las figuras 3.1. y 3.2.

MOTOR CD COMPUESTO CORTA				
Lb-in	**Icd (A)**	**Ic (A)**	**Ia (A)**	**Velocidad (RPM)**
0	1.2	0.15	1.03	1598
3	1.64	0.15	1.47	1417
6	2.05	0.15	1.88	1296
9	2.44	0.15	2.26	1196
12	2.85	0.15	2.67	1102

Figura 3.1. Parámetros medidos del motor cd compuesta corta en operación bajo carga

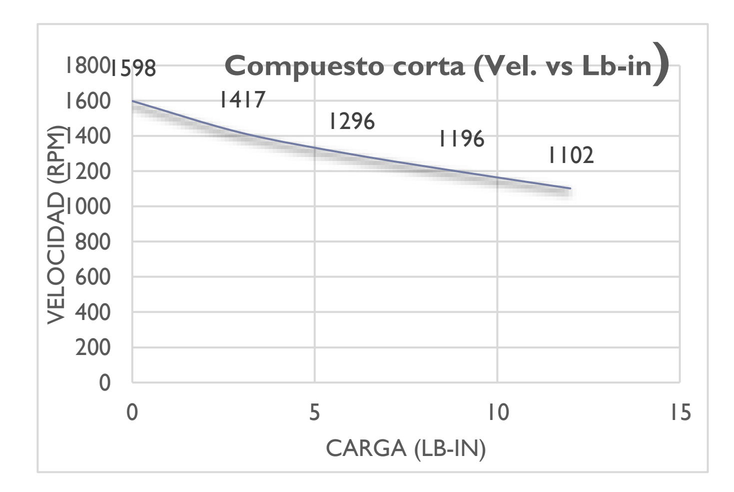


Figura 3.2 Curva par-velocidad de un motor de cd compuesta corta en operación bajo carga.

En la configuración compuesta larga tenemos un panorama no tan distinto al anterior, pero si tiene sus propias características, en tanto a la conexión se puede observar en la figura 3.3 pudiéndose observar que en este esquema la conexión que predomina es la serie ya que nuevamente toda la corriente de la fuente circula por el devanado serie.

Por lo tanto, para este tipo de conexión se dice que es una configuración serie con mas control de la velocidad. Aunque la realidad este tipo de motores solo se utilizan cuando se requieren pares grandes.

En las figuras posteriores se pueden observar los parámetros de esta máquina cuando se encuentra en operación bajo ciertos niveles de carga, y asi poder deducir su curva par-velocidad.

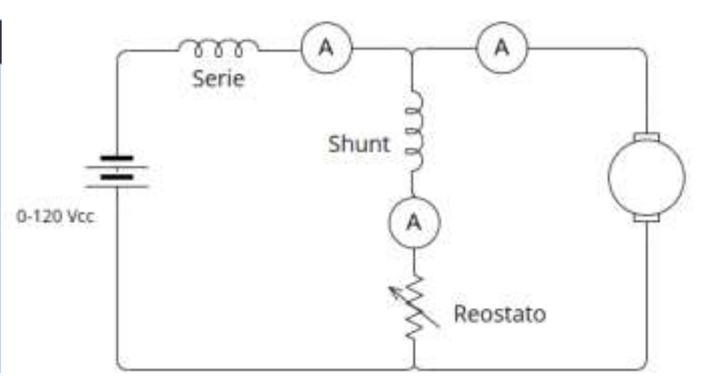


Figura 3.3. Diagrama eléctrico simple de un motor de cd compuesto (Larga)

MOTOR CD COMPUESTO LARGA				
Lb-in	**Icd (A)**	**Ic (A)**	**Ia (A)**	**Velocidad (RPM)**
0	1.18	0.15	1.02	1532
3	1.63	0.14	1.47	1376
6	2.05	0.14	1.88	1272
9	2.43	0.14	2.25	1187
12	2.85	0.14	2.67	1096

Figura 3.4. Parámetros medidos del motor cd compuesta larga en operación bajo carga

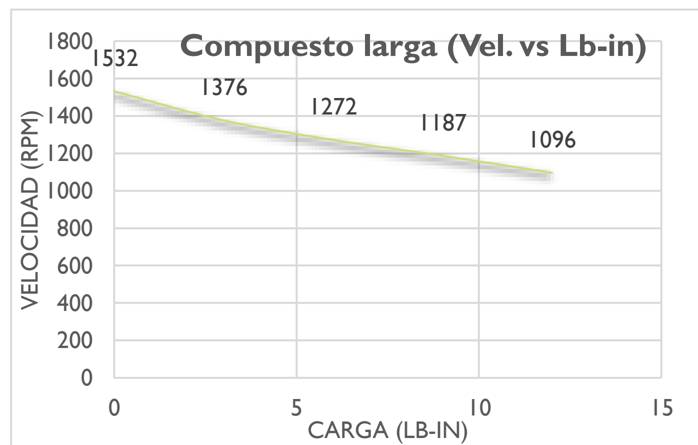


Figura 3.5. Curva par-velocidad de un motor de cd compuesta larga en operación bajo carga.

2.2. Prueba de conexión y funcionamiento

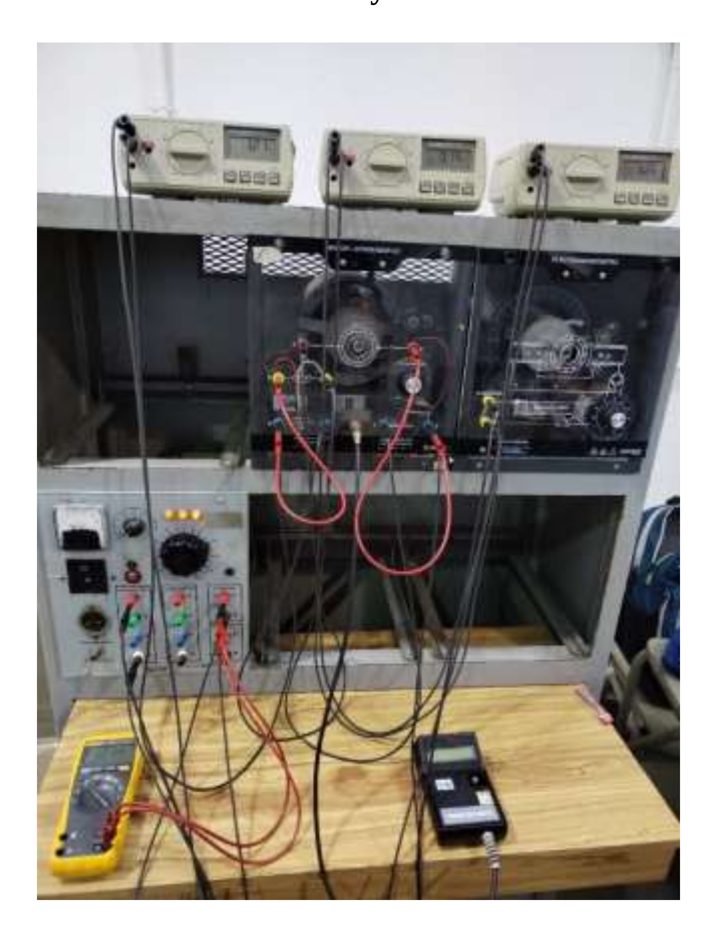


Figura 3.6. Conexión física de la máquina cd compuesta larga en la puesta a prueba en el laboratorio de ingeniería eléctrica.

111. REFERENICAS:

Bibliografía

Chapman, S. J. (2012). *Máquinas Eléctricas* .

Fitzgerald, A. (2009). *Máquinas Eléctricas* . Mc-GRAW-HILL.

Kosow, I. I. (2004). *Máquinas Eléctricas y Transformadores* . Prentice-Hall.

Mora, J. F. (s.f.). *Máquinas Eléctricas* . 2008: McGRAW-HILL.

Wildi, T. (2007). *Máquinas Eléctricas y Sistemas de Potencia* . PEARSON EDITORIAL .